

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA *WATER TEMPERATURE DATA LOGGER*

MHD IDRIS



DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2014



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Rancang Bangun dan Uji Kinerja *Water Temperature Data Logger* adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2014

Mhd. Idris
NIM C54090028



ABSTRAK

MHD. IDRIS. Rancang Bangun dan Uji Kinerja *Water Temperature Data Logger*. Dibimbing oleh INDRA JAYA

Water temperature data logger merupakan sebuah alat perekam suhu perairan dari waktu ke waktu secara otomatis sehingga memungkinkan untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang kondisi suhu perairan yang dipantau. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan desain dan kontruksi *water temperature data logger* serta mendapatkan informasi hasil uji kinerjanya. Tahapan dalam penelitian ini yaitu perancangan *casing*, perancangan sistem elektronik, perancangan perangkat lunak, uji laboratorium, dan uji lapang. *Casing* dirancang berbentuk silinder menggunakan bahan aluminium dengan diameter 3.2 cm dan panjang 16.5 cm. Sistem elektronik terdiri atas mikrokontroler ATmega328P sebagai pusat pengendali, DS18B20 sebagai sensor suhu, mini motor DC sebagai indikator getar, DS3231 sebagai penanda waktu, dan *micro* SD *card* sebagai media penyimpanan. Uji kinerja *water temperature data logger* menunjukan *casing* kedap dan tenggelam jika dimasukan ke air sehingga tidak perlu penambahan pemberat. Baterai dapat bertahan selama 10 hari 8 jam pada interval pencuplikan 30 menit. Nilai galat kalibrasi sensor antara (-0.37) – 0.41 ^{o}C dengan nilai RMSE 0.23 °C. Pengukuran suhu air Danau Institut Pertanian Bogor pada tanggal 10 – 20 Oktober 2013 berkisar antara 27.69 – 31.63 °C dengan suhu harian terendah pada pukul 5.30 – 8.30 WIB dan tertinggi pada pukul 12.00 – 16.00 WIB. Uji-t perbandingan data suhu antara *water temperature data logger* dengan termometer di kolam Departemen MSP FPIK IPB selama dua hari menunjukan bahwa data tidak berbeda nyata.

Kata kunci: data logger, instrumen, rancang bangun, suhu, uji kinerja



ABSTRACT

MHD IDRIS. Design, Construction, and Performance Test of Water Temperature Data Logger. Supervised by INDRA JAYA.

Water temperature data logger is an instrument to record the water temperature automatically and to show a comprehensive monitoring of temperature condition of the medium or environment. This research aims to design and construct water temperature data logger and to perform field test. There were five stages conducted: the casing design, electronic system design, software design, test labs, and field test. Casing was designed using cylindric aluminum material with a diameter of 3.2 cm and a length of 16.5 cm. The electronic systems are built from the microcontroller ATmega328P as main controller, DS18B20 as temperature sensor, mini DC motor as vibration indicator, DS3231 as time marker sensor, and micro SD card as data storage. The result of performance test of water temperature data logger showed that casing was waterproof and did not need an addition of ballast. The battery life time is 10 days 8 hours for 30 minutes sampling intervals. The range error value of sensor calibration is between (-0.37) – 0.41°C and RMSE value 0.23 °C. The result of measurement in Bogor Agricultural University lake on October 10th – 20th 2013 ranged from 27.69 - 31.63 °C with the lowest daily temperature at 5.30 – 8.30 WIB and the highest at 12.00 - 16.00 WIB. T-test comparison of data between the water temperature data logger and a thermometer in MSP Department FPIK IPB pond for two days showed that the data were not significantly different.

Keywords: data logger, design, instrument, performance test, temperature



RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA *WATER TEMPERATURE DATA LOGGER*

MHD IDRIS

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Ilmu Kelautan
pada
Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan

DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2014





Judul Skripsi : Rancang Bangun dan Uji Kinerja *Water Temperature Data Logger*
Nama : Mhd Idris
NIM : C54090028

Disetujui oleh

Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc
Pembimbing I

Diketahui oleh

Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc
Ketua Departemen

Tanggal Lulus: 27 Desember 2013



Judul Skripsi : Rancang Bangun dan Uji Kinerja *Water Temperature Data Logger*
Nama : Mhd Idris
NIM : C54090028

Disetujui oleh

Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc
Pembimbing I

Diketahui oleh

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT PERTANIAN BOGOR FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc
Ketua Departemen

Tanggal Lulus: 27 Desember 2013



PRAKATA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Alah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah yang berjudul Rancang Bangun dan Uji Kinerja *Water Temperature Data Logger* dapat diselesaikan. Karya tulis ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Kelautan pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc selaku komisi pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan masukan yang berharga.
2. Bapak Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc atas kesedian, saran dan kritik sebagai penguji tamu.
3. Bapak Dr. Ir. Agus Soleh Atmadipoera, DESS atas kesediaan, masukan dan saran sebagai Gugus Kendali Mutu.
4. Ibu Adriani Sunuddin, S.Pi, M.Si yang senantiasa memberikan masukan dan saran yang bermanfaat.
5. Ibu Dr. Ir. Mujizat Kawaroe, M.Si selaku pembimbing akademik.
6. Keluarga di rumah, Bapak Aprijal B, Ibu Yulizar Mayeti, Ade Apri Yulianis, Muhammad Anshar dan Mega Yulia Aprila.
7. Staf Laboratorium Akustik dan Istrumentasi Kelautan.
8. Staf pengajar dan administrasi dari Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan.
9. Acta Withamana, S.Pi, M.Si yang senantiasa membimbing dan memberikan banyak ilmu baru.
10. Khasanah Dwi Astuti sebagai teman diskusi dalam penelitian.
11. Keluarga besar *Marine Instrumentasi and Telemetry Club* yang mengajarkan banyak ilmu bermanfaat.
12. Teman seperjuangan ITK 46 yang memberikan semangat tersendiri bagi penulis.
13. Pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sehingga karya ini menjadi lebih baik. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bogor, Januari 2014

Mhd. Idris



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR



DAFTAR LAMPIRAN



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Suhu memiliki peranan penting dalam mempertahankan kestabilan ekosistem perairan. Suhu mempengaruhi kualitas suatu perairan, diantaranya sebaran nutrien, aktivitas metabolisme, tingkat pertumbuhan, waktu migrasi, peristiwa pemijahan dan distribusi organisme (Jhones dan Allin 2010). Suhu perairan dapat bervariasi dari skala waktu kecil (perubahan cepat) hingga skala waktu besar (perubahan lambat). Data suhu perairan secara kontinu sangat dibutuhkan untuk melakukan pemantauan kualitas dari suatu perairan.

Perekam suhu perairan (*water temperature data logger*) merupakan sebuah alat elektronik yang dapat mencatat data suhu dari waktu ke waktu secara otomatis. Keunggulan menggunakan *water temperature data logger* adalah setelah diaktifkan alat ini dapat ditinggalkan untuk mengukur dan merekam data suhu selama periode pemantauan. Hal ini memungkinkan untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang kondisi suhu perairan yang dipantau. Penggunaan *water temperature data logger* untuk memantau kondisi perairan sebenarnya telah lama dilakukan. Pada tahun 2004, *Ontario Ministry of Natural Resource* menggunakan lebih dari 400 *water temperature data logger* untuk mengetahui variasi suhu secara regional dan temporal di Great Lake Basin.

Pada umumnya *water temperature data logger* memiliki ukuran fisik yang kecil, bertenaga baterai, *portable*, dilengkapi dengan mikroprosesor, sensor suhu, dan memori untuk menyimpan data. Perancangan dan pengembangan dari instrumen ini masih terus dilakukan. Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan *water temperature data logger* adalah kapasitas memori, umur baterai, ukuran, akurasi, dan kekedapan terhadap air (Jhones dan Allin 2010). Di Indonesia penelitian mengenai *temperature data logger* sebenarnya sudah banyak dilakukan, akan tetapi untuk *water temperature data logger* masih tergolong sedikit.

Penelitian dengan melakukan perancangan sistem instrumen yang mudah dioperasikan dan tepat guna perlu dilakukan sehingga diharapkan dihasilkan sebuah *water temperature data logger* yang memiliki kemampuan handal dan tepat guna. Penelitian ini menggunakan bahan dan material yang mudah didapatkan di pasar sehingga diharapkan mampu mengurangi ketergantungan teknologi dan menciptakan kemandirian teknologi, khususnya untuk *water temperature data logger.*

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menghasilkan desain dan konstruksi instrumen *water temperature data logger* yang sederhana, mudah digunakan, dan hemat daya.
2. Mendapatkan informasi uji kinerja *water temperature data logger* yang telah dibuat.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran tahapan desain, uji coba, dan analisis dari sebuah instrumen *water temperature data logger* sehingga dapat dihasilkan instrumen yang murah dan sesuai dengan kebutuhan. Selain itu instrumen ini diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam memantau kondisi suhu suatu perairan dan diharapkan dimasa yang akan datang penggunaan *water temperature data logger* semakin meningkat di Indonesia.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – November 2013. Perancangan instrumen dan analisis data dilakukan di Laboratorium Instrumentasi dan Telemetri Kelautan, Bagian Akustik dan Instrumentasi Kelautan, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Uji coba instrumen dilakukan di kolam Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK IPB dan Danau Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Alat yang digunakan dalam penelitian

Alat	Tipe/Nilai	Fungsi
Laptop	Compaq Presario CQ43 dengan OS Windows 7	Merancang perangkat keras dan lunak serta pengolahan data
Solder	MAZDA DS-40 40 W	Menyolder antar komponen Elektronik
Multimeter Digital	CNY DT-830L	Mengukur Mengukur tegangan, hambatan, arus dan koneksi komponen elektronik
Fluks solder	Lotfelt	Membantu proses penyolderan komponen
Programer	ISP Programer	Mengunduh *firmware* ke Mikrokontroler
Pinset	Ujung runcing	Membantu menempatkan komponen elektronik
Microsoft Excel	Versi 2010	Pengolahan data
MATLAB	Versi R2010a	Pengolahan data
EAGLE	Versi 6.4.0	Membuat desain PCB
BASCOM AVR IDE	Versi 1.11.9.0	Membuat *firmware*

Bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Bahan yang digunakan dalam penelitian

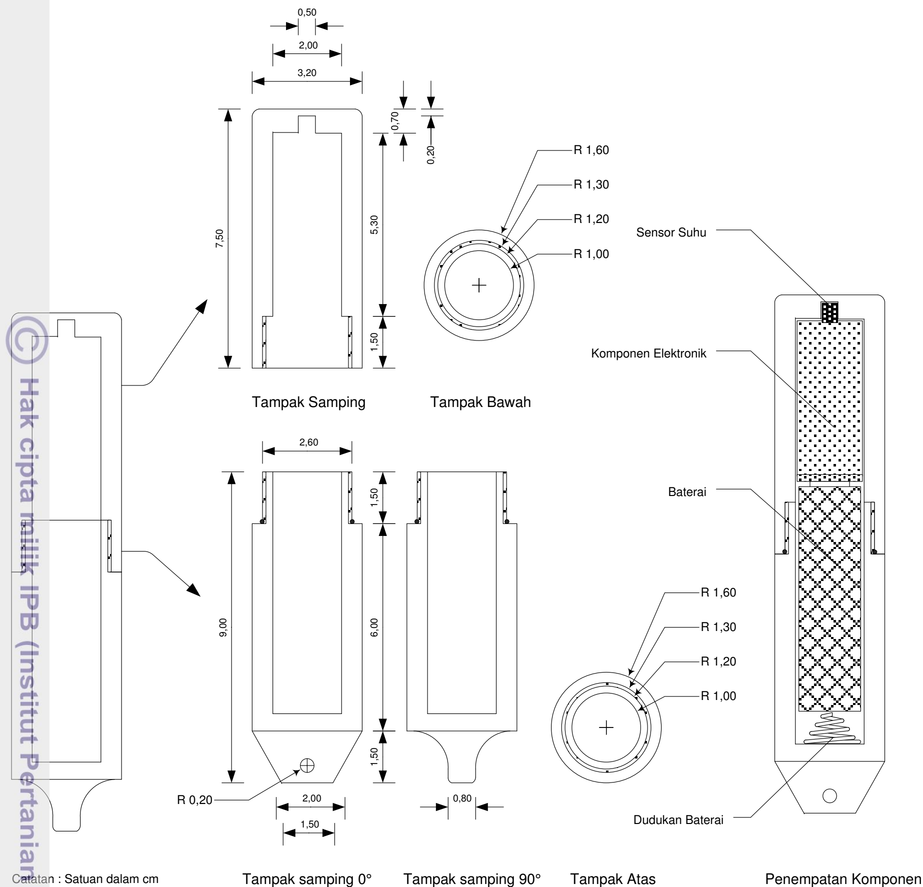
Bahan	Nilai/Tipe	Jumlah
Mikrokontroler	ATmega328P	1 buah
Crystal	8 MHz	1 buah
Capasitor	22 pF	2 buah
Resistor	4.7 KΩ	4 buah
	10 KΩ	1 buah
Sensor suhu	DS18B20	1 buah
Catu daya	CR1220	1 buah
	Ultra Fire Li ion 3.7 V 2400 mAh	1 buah
Real Time Clock	DS3231	1 buah
Motor	Mini motor DC	1 buah
Soket	CR 1220	1 buah
	Micro SD Card *Metal Cover*	1 buah
Aluminium	Ø 32 mm dengan panjang 30 cm	1 buah
Micro SD *card*	V-GeN ™ 2 GB	1 buah
Timah	Ø 0.8 mm	1 gulung
O-*ring*	Ø 1 mm, Ø 25 mm	1 buah

Prosedur Penelitian

Perancangan Alat

Perancangan *casing*

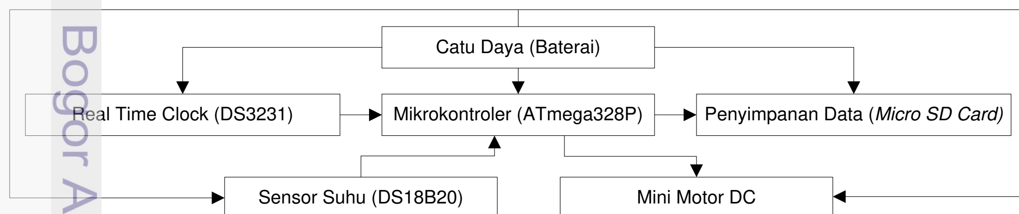
Casing atau selubung merupakan tempat komponen elektronik dan baterai disimpan. *Casing* dirancang berbentuk silinder yang dapat dipisah menjadi dua bagian dengan cara diputar. Bagian pertama digunakan untuk menyimpan komponen elektronik dan bagian kedua untuk menyimpan baterai. Pada sambungan kedua bagian *casing* diberi O-*ring* agar *casing* menjadi kedap. *Casing* dirancang dengan dengan ukuran diamter 3.2 cm dan panjang 16.5 cm. Desain dan dimensi *casing* dapat dilihat pada Gambar 1. Pada bagian bawah *casing* terdapat sebuah lubang yang berfungsi sebagai tempat pengikat agar alat tidak berpindah tempat pada saat digunakan. *Casing* instrumen *water temperature data logger* dibuat dari bahan aluminium. Aluminium dipilih karena memiliki karakteristik yang menguntungkan, diantaranya memiliki tingkat korosifitas yang rendah, memiliki daya hantar panas yang baik, ringan, kuat, mudah dibentuk (*formability*) dan harganya relatif lebih murah (Pujono 2011). Pembuatan *casing* dilakukan melalui proses pembubutan menggunakan mesin bubut.



Gambar 1 Desain dan dimensi *casing water temperature data logger*

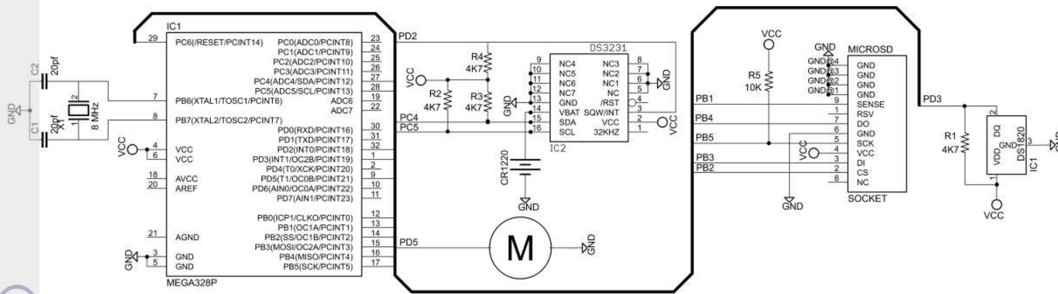
Perancangan sistem elektronik

Sistem elektronik *water temperature data logger* terdiri atas beberapa bagian utama, yaitu mikrokontroler ATmega328P sebagai pusat kendali dan pengolahan data, *real time clock* DS3231 sebagai penanda waktu, DS18B20 sebagai sensor suhu, mini motor DC sebagai indikator alat, dan *micro SD card* sebagai media penyimpanan data. Semua bagian tersebut membutuhkan pasokan catu daya yang diambil dari baterai 3.7 V. Hubungan fungsional antara semua bagian elektronik dapat dilihat pada Gambar 2.



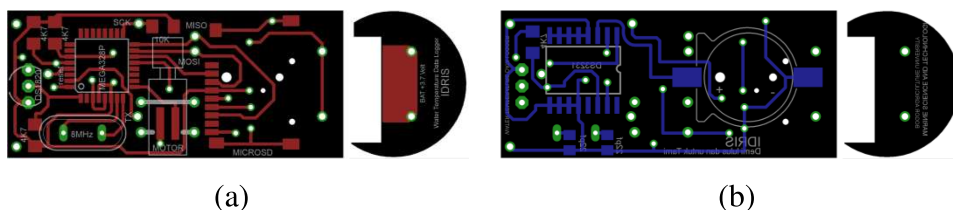
Gambar 2 Hubungan fungsional elektronik *water temperature data logger*

Hubungan fungsional elektronik *water temperature data logger* diatas dijadikan dasar dalam pembuatan sirkuit elektronik. Pembuatan sirkuit elektronik diawali dengan pembuatan skematik rangkaian elektronik. Skematik rangkaian elekronik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Skematik rangkaian elektronik *water temperature data logger*

Bagian komponen elektronik dirangkai pada satu papan sirkuit/PCB (*Printed Circuit Board*) berdasarkan skematik rangkaian elektronik pada Gambar 3. *Layout* PCB terdiri atas dua lapisan (*double layer*) yaitu lapisan atas (*top layer*) dan lapisan bawah (*bottom layer*) yang dirancang menggunakan EAGLE versi 6.4.0. Jalur sirkuit lapisan atas dan lapisan bawah dihubungkan oleh lubang penghubung (*trough hole*). *Layout* PCB dapat dilihat pada Gambar 4. Pencetakan PCB dilakukan menggunakan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) karena memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.



(a) (b)

Gambar 4 *Layout* PCB *water temperature data logger* (a) Lapisan atas (b) Lapisan bawah

Perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak pada sistem mikrokontroler disebut juga dengan *firmware.* Perancangan *firmware water temperature data logger* menggunakan BASCOM AVR IDE versi 1.11.9.0. *Firmware* yang telah dibuat akan diunduh ke mikrokontroler ATmega328P. Perangkat lunak yang ditanamkan terdiri atas tiga fungsi utama yaitu, menggerakan mini motor DC sebagai indikator getar, menerima data waktu dan suhu, serta melakukan penyimpanan data.

Uji Laboratorium dan Analisis Kinerja

Uji laboratorium dilakukan setelah proses rancang bangun untuk memastikan *water temperature data logger* bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pada tahap ini dilakukan uji kekedapan *casing*, akurasi sensor suhu, estimasi daya tahan baterai dan kapasitas media penyimpanan. Uji coba kekedapan *casing* dilakukan di *water tank* Laboratorium Akustik Kelautan, ITK IPB secara visual. Pengujian akurasi sensor suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan pengukuran termometer standar. Estimasi umur baterai di lakukan dengan membandingkan kapasitas baterai dengan rata-rata kebutuhan arus pada saat alat bekerja. Estimasi kapasitas media

penyimpanan dilakukan dengan mengitung besarnya ukuran data yang disimpan dan dibandingkan dengan besarnya kapasitas penyimpanan.

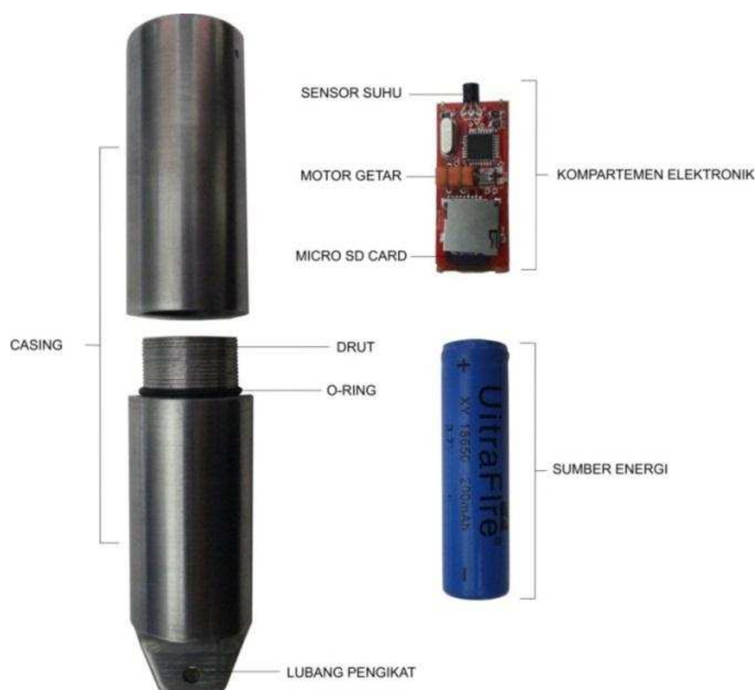
Uji Lapang

Uji lapang dilakukan di Danau Institut Pertanian Bogor dengan menempatkan instrumen pada kedalaman 2 m dengan interval pencuplikan data selama 30 menit. Pada uji lapang akan dilihat kinerja dari *water temperature data logger* apa dapat bekerja dengan baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancang Bangun

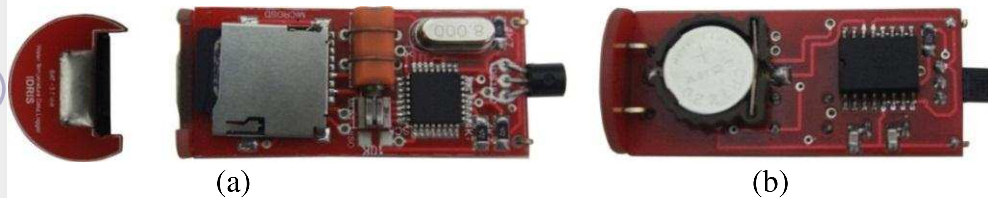
Instrumen *water temperature data logger* yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5. Pada bagian luar instrumen (*casing*) terlihat batang aluminium berbentuk silinder dengan sebuah lubang pada bagian bawahnya. Lubang ini berfungsi sebagai lubang pengikat untuk memberikan kemudahan penempatan instrumen pada saat digunakan. *Casing* dapat dibuka dengan cara diputar. Pada bagian sambungan *casing* diberi sebuah O-*ring* untuk menahan air agar tidak masuk ke dalam instrumen pada saat digunakan. Bagian dalam instrumen terdiri atas dua bagian, yaitu komponen elektronik dan baterai. Berat total dari *water temperature data logger* adalah 248 g. Pada saat dimasukan kedalam air instrumen langsung tenggelam sehingga tidak membutuhkan pemberat tambahan. Desain *water temperature data logger* ini dibuat sesederhana mungkin dengan ukuran yang telatif kecil agar memberikan kemudahan pada saat pemasangan/penggunaannya.



Gambar 5 Hasil rancang bangun *water temperature data logger*

Rangkaian Elektronik

Hasil perancangan perangkat elektronik dapat dilihat pada Gambar 6. Rangkaian elektronik terdiri atas beberapa komponen utama yaitu, mikrokontroler ATmega328P sebagai pusat kontrol, DS18B20 sebagai sensor suhu, DS3231 untuk penanda waktu, *micro* SD *card* sebagai media penyimpanan, dan motor DC sebagai indikator alat.

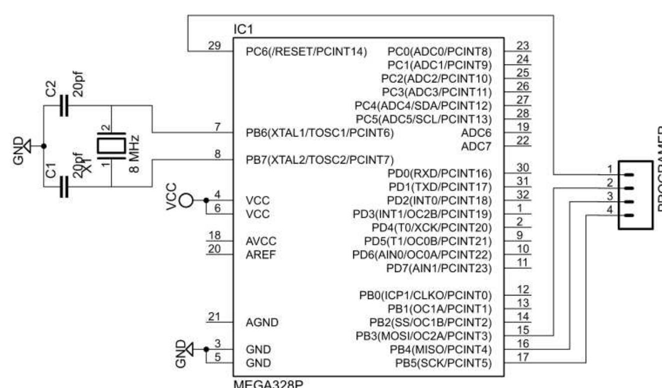


(a) (b)

Gambar 6 Hasil rangkaian elektronik *water temperature data logger* (a) Tampak atas (b) Tampak bawah

<u>Rangkaian utama mikrokontroler</u>

Rangkaian utama mikrokontroler yang digunakan adalah rangkaian minimum sehingga mikrokontroler dapat diprogram untuk melaksanakan perintah sesuai isi program. ATmega328P memiliki rangkaian minimum yang cukup mudah yaitu dibangun oleh mikrokontroler itu sendiri, kristal eksternal (X-TAL), kapasitor dan catu daya. ATmega328P memerlukan sumber *clock* eksternal agar dapat memproses instruksi yang diperintahkan. Sumber *clock* berupa kristal 8 MHz dengan kapasitor 22 pF. Nilai kristal dan kapasitor didapat dari lembar data ATmega328P dengan nilai maksimum kristal 16 MHz dan nilai kapasitor diantara 12 pF hingga 22 pF. Catu daya yang dibutuhkan agar mikrokontroler ini dapat berfungsi antara 1.8 - 5.5 V (Atmel 2009). Proses pemprograman ATmega328P dapat dilakukan dengan dengan menghubungkan beberapa *pin* SPI (*Serial Peripheral Interface*) dengan *port* paralel yang dihubungkan ke komputer (Gambar 7).



Gambar 7 Rangkaian minimum mikrokontroler ATmega328P

<u>Rangkaian sensor Suhu</u>

DS18B20 merupakan sensor suhu yang memiliki keluaran data dalam bentuk digital. Berdasarkan lembar data DS18B20, sensor ini membutuhkan catu daya antara 3 – 5.5 V. Komunikasi antara DS18B20 dengan mikrokontroler